УДК 502.174.1 https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-76-80

Анализ способов переработки и использования побочных продуктов технологического процесса изготовления компонента асфальтобетона

В. В. Озерянская, А. А. Репинская, Р. Р. Лазуренко, М. Ю. Серегин
Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. В настоящее время проблема утилизации и вторичной переработки производственных отходов является чрезвычайно актуальной. В статье проведён анализ экономически целесообразных и безопасных для окружающей среды направлений переработки или использования отходов, образующихся при производстве компонента асфальтобетона — обогащённого минерального порошка.
Постановка задачи. Задачей исследования явился поиск экономически наиболее целесообразных и безопасных для окружающей среды путей переработки или использования отходов, образующихся при производстве обогащённого минерального порошка на одном из предприятий Ростовской области.
Теоретическая часть. Проведены исследования состава обогащённого минерального порошка как основного продукта производства и источника образования побочных продуктов, технологического процесса его изготовления, а также состава образующихся при этом побочных продуктов, подлежащих утилизации. На базе результатов данных исследований была выполнена оценка вероятных путей утилизации отходов и произведён выбор оптимального способа переработки.
Выводы. Осуществлённый выбор наиболее целесообразного способа утилизации отходов от производства минерального порошка позволяет снизить общий объём отходов на предприятии и существенно уменьшить негативное влияние предприятия на окружающую природную среду. Для реализации предложенной технологии утилизации минеральных отходов выполняется разработка соответствующих технических условий и регламентов.

Ключевые слова: производственные отходы, утилизация, минеральный порошок, экологическая безопасность.

Для цитирования: Анализ способов переработки и использования побочных продуктов технологического процесса изготовления компонента асфальтобетона / Озерянская В. В., Репинская А. А., Лазуренко Р. Р., Серегин М. Ю. // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — №1. — С. 76−80. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-76-80

Analysis of methods for processing and using by-products of the technological process of asphalt concrete component manufacturing

V. V. Ozeryanskaya, A. A. Repinskaya, R. R. Lazurenko, M. Y. Seregin
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. Currently, the problem of disposal and recycling of industrial waste is extremely relevant. The article analyzes the economically feasible and environmentally friendly ways of the processing or using waste generated during the production of the asphalt concrete component — enriched mineral filler.
Problem Statement. The aim of the study was to find the most economically feasible and environmentally friendly ways to process or use waste generated during the production of enriched mineral filler at one of the enterprises of the Rostov region.
Theoretical Part. The paper considers the composition of the enriched mineral filler as the main product of production and a source of by-products, the technological process of its manufacture, as well as the composition of the resulting by-products to be disposed. Based on the results of these studies, the assessment of probable ways of waste disposal was performed and the optimal method of recycling was selected.
Conclusion. The choice of the most appropriate method of waste disposal from the production of mineral filler allows you to reduce the total amount of waste at the enterprise and significantly reduce the negative impact of the enterprise on the environment. To implement the proposed technology of mineral waste disposal, the relevant technical conditions and regulations are being developed.

Keywords: industrial waste, recycling, mineral filler, environmental safety.

For citation: Ozeryanskaya V. V., Repinskaya A. A., Lazurenko R. R., Seregin M. Yu. Analysis of methods for processing and using by-products of the technological process of asphalt concrete component manufacturing: Safety of Technogenic and Natural Systems. 2021;1:76-80. https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-1-76-80

Введение. В настоящее время проблема переработки коммунальных и производственных отходов является актуальной и острой, как никогда раньше. Многие промышленные предприятия поэтапно переходят на замкнутые производственные циклы, активно разрабатывают малоотходные и безотходные технологии с целью снижения нагрузки на окружающую природную среду и оздоровления ситуации в области обращения с отходами [1–5]. В посёлке Жирнов Ростовской области расположено производственное предприятие АО «Карбонат», которое активно внедряет в свою хозяйственную деятельность экологически безопасные производственные циклы, ориентируясь при этом на современные альтернативные методы утилизации образующихся отходов [6].

Постановка задачи. На предприятии АО «Карбонат» действует технологическая линия по получению минерального порошка, который затем подвергается обогащению, а после используется при изготовлении асфальтобетонов и других дорожных покрытий. Реализация этого производственного процесса сопровождается выделением, прежде всего в атмосферный воздух, ряда побочных веществ, официально относимых к производственным отходам, которые в качестве таковых подлежат обязательной утилизации [7–9]. Целью настоящей работы явился поиск экономически наиболее целесообразных и безопасных для окружающей среды путей переработки или использования отходов, образующихся при производстве обогащённого минерального порошка на АО «Карбонат».

Теоретическая часть. Решение поставленных задач базируется, в первую очередь, на исследовании состава обогащённого минерального порошка как основного продукта производства и источника образования побочных продуктов, технологического процесса его изготовления, а также состава образующихся при этом побочных продуктов (отходов), подлежащих утилизации. Результаты указанных исследований являются основой для выполнения оценки вероятных путей утилизации отходов и осуществления выбора наиболее подходящего из них.

Сырьём для производства обогащённого минерального порошка на АО «Карбонат» служит добытый карьерным способом дроблёный природный материал — известняк фракции 0–5 мм. Известняк — осадочная горная порода, состоящая, главным образом, из кальцита $CaCO_3$, в состав которого входят CaO (56%) и CO_2 (44 %) [7, 8].

Известняк обладает следующими физико-механическими свойствами [7]:

— средняя плотность — 2,6–2,75 т/м^3;
— водопоглощение — 0,0–2,07 %;
— пористость — 0,37–4,76 %;
— предел прочности при сжатии в сухом состоянии — 57,6–145 кПа;
— предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии — 51,4–139,8 кПа;
— коэффициент разрыхления — 1,733.

В процессе обогащения минерального порошка в него добавляется нефтяной битум — горючее твёрдое вещество, которое получают окислением гудрона (остаточного продукта нефтеперегонки) атмосферным воздухом. Кроме того, при обогащении в минеральный порошок вносится адгезионная добавка (иными словами, поверхностно-активное вещество — ПАВ), представляющая собой тёмно-коричневую гомогенную подвижную массу, нелетучую, невзрывоопасную и нетоксичную [10]. Добавление в состав порошка поверхностно-активных веществ или включающих их материалов производится с целью улучшения эксплуатационных свойств минерального порошка и, как следствие, продления срока службы дорожного покрытия, компонентом которого становится порошок в дальнейшем [11].

В целом, технология производства обогащённого минерального порошка складывается из сушки исходного природного сырья (известняка), его дробления, отсева нужной фракции, последующего внесения нефтяного битума, ПАВ и тщательного перемешивания полученной смеси.

Именно на этапе измельчения природного известняка на дробильно-сортировочном оборудовании образуется известняковая пыль, которая поступает в воздушную среду, улавливается размещённой в отделении дробления установкой пылегазоочистки и накапливается в её приёмном бункере. В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО) [12], уловленная пыль классифицируется как «Отходы известняка, доломита и мела в виде порошка и пыли малоопасные». Данный отход накапливается на территории предприятия АО «Карбонат» в специальных ёмкостях и подлежит дальнейшему вывозу к местам утилизации.

Следует отметить, что подобная ситуация имеет место и при измельчении песчаника, используемого в качестве сырья для производства щебня на рассматриваемом предприятии. При реализации данной технологии в приёмном бункере пылегазоочистной установки собирается отход, классифицируемый в соответствии с ФККО как «Пыль газоочистки щебёночная» [12]. После удаления из бункера эта пыль тоже накапливается на территории предприятия с последующим вывозом для утилизации [1, 7].

Выводы. Утилизацию обозначенных выше видов побочных продуктов (отходов) производства компонентов асфальтобетона возможно осуществлять несколькими путями.

Самый простой и наиболее часто применяемый в такой ситуации путь — это вывоз отходов с их последующим захоронением на специализированном полигоне. Именно этот путь в настоящее время реализует АО «Карбонат», осуществляя при этом плату за размещение отходов. Альтернативой захоронению могут быть следующие способы утилизации указанных отходов [7, 13]:

— выделение полезных фракций при сортировке отходов и их дальнейшая переработка;

— вторичное потребление (на этом же предприятии в других производственных циклах);

— повторное использование в этом же производстве.

Предлагаемые варианты утилизации снизят общее количество образующихся на предприятии и поступающих на полигоны отходов, а также, разумеется, дадут ощутимый экономический эффект предприятию [14]. Так, вторичное потребление и/или повторное использование известняковой и щебёночной пыли позволят АО «Карбонат» не осуществлять плату за размещение отходов на полигоне, которая в настоящий момент составляет в среднем 18 800 рублей в год: объёмы образования указанных отходов — в среднем 27 тонн и 20 тонн в год соответственно, плата за размещение 1 тонны отходов на полигоне — 400 рублей.

Таким образом, для снижения объёма отходов от производства обогащённого минерального порошка и уменьшения вредного влияния на окружающую среду предприятию можно рекомендовать отходы, классифицируемые как «Отходы известняка, доломита и мела в виде порошка и пыли малоопасные» и «Пыль газоочистки щебёночная», применять в качестве вторичного сырья, внося их в качестве добавок в состав основного товарного продукта — обогащённого минерального порошка. Происхождение, химический состав и иные качественные характеристики данных отходов свидетельствуют о том, что их добавление не повлияет на свойства получаемого минерального порошка и не ухудшит его качество. Кроме того, рекомендуемое повторное использование известняковой и щебёночной пыли в этом же производстве в качестве вторичного сырья (47 тонн в год) даст АО «Карбонат» дополнительную экономическую выгоду около 30 550 рублей в год, поскольку исходное сырьё для производства минерального порошка (природный известняк) предприятие закупает по цене в среднем 650 рублей за 1 тонну. Отсюда следует, что общий экономический эффект от внедрения предлагаемых решений в ценах 2020 года составит приблизительно 49 350 рублей в год (18 800 + 30 550).

Для использования указанных видов отходов в производстве обогащённого минерального порошка необходимо разработать технические условия (ТУ) и технический регламент (ТР) на минеральный порошок, в состав которого будут входить вышеназванные отходы. Первым шагом в этом направлении является изучение различных ТУ и ТР, на базе которых можно будет в дальнейшем разработать аналогичные документы для минерального порошка с предлагаемым модернизированным составом [10].

Таким образом, в ходе выполнения работы был проведён анализ экономически эффективных и наименее опасных для окружающей среды способов утилизации побочных продуктов изготовления компонента асфальтобетона — обогащённого минерального порошка. Произведённый выбор наиболее целесообразного способа утилизации отходов позволит снизить общий объём отходов на предприятии, а также существенно уменьшить негативное влияние предприятия на окружающую природную среду. Для создания технологии утилизации рассматриваемых минеральных отходов требуется разработка соответствующих технических условий и регламентов.

Библиографический список

1. Фаюстов, А. А. Утилизация промышленных отходов и ресурсосбережение. Основы, концепции, методы: монография / А. А. Фаюстов. — Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 272 с.

2. Озерянская, В. В. Утилизация гальваноосадков в асфальтобетоны / В. В. Озерянская, И. Н. Лоскутникова // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. — 2004. — № 6. — С. 84–87.

3. Касторных, Л. И. Оптимизация зернового состава заполнителя для мелкозернистого самоуплотняющегося бетона / Л. И. Касторных, В. Д. Черепанов, В. Э. Березовой // Молодой исследователь Дона. — 2020. — № 5(26). — С. 40–48.

4. Озерянская, В. В. Изучение и анализ природных сред, процессов и явлений / В. В. Озерянская, Б. Ч. Месхи, Р. Р. Лазуренко. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ. — 2017. — 149 с.

5. Репинская, А. А. Утилизация отходов от производства обогащённого минерального порошка / А. А. Репинская, Д. С. Долгов, В. В. Озерянская // Химия: достижения и перспективы: сб. науч. ст. по мат. V Всерос. науч.-практ. конф. студ. и молод. уч. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство ЮФУ, 2020. — С. 200–202.

6. Жовтенко, К. А. Анализ эффективности соблюдения природоохранного законодательства на территории Ростовской области / К. А. Жовтенко, О. В. Дымникова, К. А. Шаповалов // Безопасность техногенных и природных систем. — 2018. — № 1–2. — С. 95–107. DOI : https://doi.org/10.23947/2541-9129-2018-1-2-95-106

7. Ветошкин, А. Г. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 2. Переработка и утилизация промышленных отходов / А. Г. Ветошкин. — Москва : Инфра-Инженерия. — 2019. — 380 с.

8. Общая геология в курсах наук об окружающей среде / В. В. Озерянская, Б. Ч. Месхи, С. Н. Свирская, Р. Р. Лазуренко. — Ростов-на-Дону : Изд. центр ДГТУ. — 2012. — 228 с.

9. Соколов, Л. И. Управление отходами (waste management): учебное пособие / Л. И. Соколов. — Москва : Инфра-Инженерия. — 2018. — 208 с.

10. ГОСТ Р 52 129–2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. — Москва : Госстрой России, ФГУП ЦПП. — 2004.

11. Zarubin, V. S. Mathematical modeling of structural-sensitive nanocomposites deformation / V. S. Zarubin, E. S. Sergeeva // Computational Mathematics and Information Technologies. — 2018. — Vol. 2, № 1. — P. 17–24.

12. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. №242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации : [сайт]. — URL : http://docs.cntd.ru/document/542600531 (дата обращения :12.12.2020).

13. Мелконян, Р. Г. Утилизация опасных отходов. Технология использования и утилизации опасных отходов: учебное пособие / Р. Г. Мелконян, Г. И. Панихин. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 105 с.

14. Карпинская, Т. А. Методы имитационного математического моделирования российского срочного рынка на современном этапе / Т. А. Карпинская, О. Е. Кудрявцев // Вестник Донского государственного технического университета. — 2019. — Т. 19, № 4. — С. 398–406.DOI : https://doi.org/10.23947/1992-5980-2019-19-4-398-406

Сдана в редакцию 20.10.2020
Запланирована в номер 11.01.2021

Об авторах:

Озерянская Виктория Викторовна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат химических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7597-0181, bommvoz@mail.ru

Репинская Арина Андреевна, магистрант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2413-740X, arinka98repinskaja@gmail.com

Лазуренко Роберт Робертович, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2074-1255, lirtokas@mail.ru

Серегин Михаил Юрьевич, старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-

Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат биологических наук, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9101-6339, michaelseregin@yandex.ru

Заявленный вклад соавторов:

В. В. Озерянская — формирование основной концепции, цели и задачи исследования, анализ результатов исследования, формирование выводов; А. А. Репинская — определение объектов исследования, подготовка теоретической части; Р. Р. Лазуренко — анализ литературных источников, доработка и корректировка текста; М. Ю. Серегин — консультации по вопросам технологии и нормативных документов.

Submitted 20.10.2020
Scheduled in the issue 11.01.2021

Authors:

Ozeryanskaya, Viktoriya V., Associate professor, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand.Sci., Associate professor, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7597-0181, bommvoz@mail.ru

Repinskaya, Arina A., Master's degree student, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2413-740X, arinka98repinskaja@gmail.com

Lazurenko, Robert R., Senior lecturer Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2074-1255, lirtokas@mail.ru

Seregin, Mikhail Yu., Senior lecturer, Department of Life Safety and Environmental Protection, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand.Sci., ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9101-6339, michaelseregin@yandex.ru

Contribution of the authors:

V. V. Ozeryanskaya — formulation of the main concept, goals and objectives of the study, analysis of the research results, formulation of conclusions; A. A. Repinskaya — definition of research objects, preparation of the theoretical part; R. R. Lazurenko — analysis of literary sources, revision and correction of the text; M. Yu. Seregin — consultations on technology and regulatory documents.